
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2015/2016 Academic Session

December 2015 / January 2016

EBB 405/3 – Failure Analysis and Non-Destructive Testing *[Analisis Kegagalan dan Ujian Tak Musnah]*

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains EIGHT printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LAPAN muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper consists of SEVEN questions.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.]

Instruction: Answer FIVE questions. If a candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

Arahan: Jawab LIMA soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

In the event of any discrepancies in the examination questions, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai.]

1. A sheet of metal experienced cracks at the surface and inside the sample as shown in Figure 1. As a certified person to perform nondestructive testing (NDT), you need to perform a test. However only two types of testing available; ultrasonic and magnetic particle tests.

Sekeping logam mengalami retakan pada permukaan dan di dalam sampel seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1. Sebagai individu yang bertaualiah untuk menjalankan ujian tak musnah (NDT), anda perlu menjalankan ujian. Walau bagaimanapun, hanya dua jenis ujian yang tersedia; ultrasonik dan ujian partikel bermagnet.

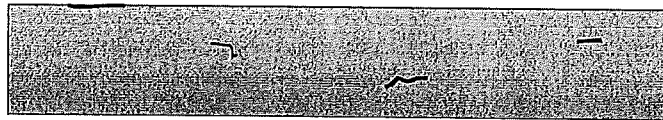


Figure 1 - Metal sheet with defects

Rajah 1 - Kepingan logam dengan kecacatan

- [a] Suggest method to be used to observe the defects and give the justification.

Cadangkan kaedah yang akan digunakan bagi mengesan kecacatan tersebut dan berikan justifikasi.

(40 marks/markah)

- [b] Explain the steps involved in suggested method.

Terangkan langkah-langkah yang terlibat dalam kaedah yang dicadangkan.

(30 marks/markah)

- [c] Sketch data produced from suggested method.

Lakarkan data yang dihasilkan dari kaedah yang dicadangkan.

(30 marks/markah)

2. [a] The critical angles calculations are used to design various probe angles for Ultrasonic Testing.
- What is the concept or Law that can be used to explain this critical angles? Describe it.
 - What are 1st and 2nd critical angles?

Pengiraan sudut kritikal digunakan untuk reka-bentuk pelbagai sudut alat untuk Pengujian Ultrasonik.

- Apakah konsep atau hukum yang boleh digunakan untuk menjelaskan sudut kritikal ini? Huraikan.*
- Apakah yang dimaksudkan dengan sudut kritikal pertama dan kedua?*

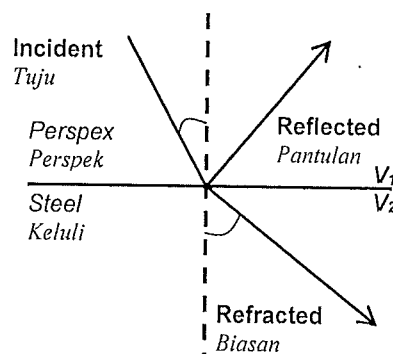
(50 marks/markah)

- [b] What is angle of incidence required to produce a 45 degree shear wave refracted angle?

$$(V_{\text{steel}} = 3240 \text{ m/sec}, V_{\text{perspex}} = 2730 \text{ m/sec})$$

Apakah sudut tuju yang diperlukan bagi menghasilkan 45 darjah sudut biasan gelombang ricih?

$$(V_{\text{kehuri}} = 3240 \text{ m/saat}, V_{\text{perspek}} = 2730 \text{ m/saat})$$



(30 marks/markah)

- [c] Sketch and briefly describe three significant elements in a transducer.

Lakarkan dan terangkan dengan ringkas tiga elemen utama dalam 'transducer'.

(20 marks/markah)

3. [a] Liquid penetrant inspection is a widely applied and low-cost inspection method used to locate surface-breaking defects in all non-porous materials (metals, plastics or ceramics). However, prior to the test execution, explain basic criteria to be considered to ensure the test would give accurate and reliable results.

Pemeriksaan penembus cecair digunakan secara meluas dan merupakan kaedah berkos murah untuk mengesan cacat permukaan dalam bahan tidak berliang (logam, plastik atau seramik). Bagaimanapun, sebelum pemeriksaan dimulakan, terangkan kriteria asas yang perlu dipertimbangkan bagi memastikan pemeriksaan tersebut boleh menghasilkan keputusan yang tepat dan boleh harap.

(40 marks/markah)

- [b] Penetrant properties are very crucial for the successful of inspecting components in manufacturing industries. Explain the most important properties of penetrant which is used in examine machined metal parts in the production line to ensure correct results are produced.

Sifat bahan penusuk sangat penting bagi kejayaan pemeriksaan komponen dalam industri pembuatan. Terangkan sifat paling penting bahan penusuk yang digunakan ketika memeriksa komponen logam termesin dalam bahagian pengeluaran bagi memastikan keputusan yang tepat diperolehi.

(60 marks/markah)

4. [a] In NDT using radiography method, interpretation of radiography image merely relies on the quality of the radiograph film. Discuss how phenomenon of secondary scattering, radiographic definition and film contrast could interfere the results of radiography?

Dalam NDT menggunakan kaedah radiografi, penafsiran imej radiografi banyak bergantung kepada kualiti filem radiograf. Bincangkan bagaimana fenomena penyerakan sekunder, kejelasan radiograf dan beza jelas filem boleh mengganggu keputusan radiograf?

(50 marks/markah)

...5/-

[b] Radiographic inspection is a nondestructive inspection method that provides detection of flaws located within objects. In welding industry radiographic inspection is important as it provides information about the internal regions of parts. However, since this method merely relies on the skill of the inspector, wrong interpretation of the radiographic images may lead misleading information. Hence, by using suitable diagrams, discuss how inspector could confirm the presence of the following defects in welded parts. Justify your answer for each defect.

- (i) Porosity
- (ii) Cluster porosity
- (iii) Slag inclusions
- (iv) Incomplete penetration (IP) or lack of penetration
- (v) Incomplete fusion

Pemeriksaan radiograf ialah kaedah pemeriksaan tidak musnah yang memberikan pengesanan kecacatan yang berada dalam objek. Dalam industri kimpalan, pemeriksaan radiograf sangat penting kerana ia memberi maklumat berkenaan kawasan dalaman komponen. Bagaimanapun, disebabkan kaedah ini sangat bergantung kepada skil pemeriksa, penafsiran yang salah terhadap imej radiografi boleh memesongkan maklumat. Sehubungan itu, dengan bantuan gambarajah yang sesuai, bincangkan bagaimana pemeriksa boleh mengesahkan kehadiran kecacatan berikut di dalam bahagian terkimpal. Bincangkan jawapan anda untuk setiap kecacatan.

- (i) *Keliangan*
- (ii) *Keliangan kluster*
- (iii) *Rangkuman sangga*
- (iv) *Penusukan tidak lengkap atau kurang penusukan*
- (v) *Lakuran tidak lengkap*

(50 marks/markah)

5. [a] The inductive reactance of the coil decreases as the severity of the flaw increases. Give your comment and justification.

Regangan aruhan bagi gegelung akan berkurangan apabila keterukan kecacatan bertambah. Berikan komen anda dan justifikasi.

(40 marks/markah)

- [b] Impedance diagrams help us understand the complex nature of Eddy Currents. Explain how does it being used?

Diagram impedan boleh membantu dalam pemahaman tabiat arus pusing. Terangkan bagaimanakah ianya digunakan.

(30 marks/markah)

- [c] The degree of filling is the ratio of material cross-sectional area to coil cross-sectional area. Explain about this statement.

Darjah pengisian adalah nisbah di antara luas keratan rentas bahan kepada luas keratan rentas gegelung. Terangkan berkenaan kenyataan ini.

(30 marks/markah)

6. [a] Eddy Current testing is a NDT testing to evaluate surface and subsurface defects. Demonstrate how Eddy Current testing can evaluate defects based on detected signal.

Ujian Arus Pusing adalah Ujian Tak Musnah untuk menilai kecacatan pada permukaan dan sub permukaan. Demonstrasikan bagaimana ujian arus pusing dapat menilai kecacatan berdasarkan isyarat yang dikesan.

(30 marks/markah)

- [b] Aluminium tube having 30 mm outer diameter and 26 mm inner diameter was inspected using Eddy Current encircling coil of 0.90 filling ratio at frequency test ratio of $f/f_g = 10$.

- (i) Calculate the actual frequency of test coil?
- (ii) Evaluate Eddy Current depth of penetration?

Resistivity for aluminium = 2.90×10^{-8} ohm-m, susceptibility (X_m) = 2.07×10^{-5} and $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m.

Aluminium tiub mempunyai diameter luar 30 mm dan diameter dalam 26 mm diperiksa dengan menggunakan arus pusing dengan gegelung berlilitan dengan nisbah pengisi 0.90 pada frekuensi ujian $f/f_g = 10$.

- (i) *Kirakan frekuensi sebenar gegelung ujian?*
- (ii) *Nilaikan kedalaman penusukan arus pusing?*

Kerintangan bagi aluminium = 2.90×10^{-8} ohm-m, kebolehtelapan (X_m) = 2.07×10^{-5} dan $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m.

(35 marks/markah)

- [c] A 6 mm diameter flux sensing probe with a typical response time of 10 kHz was used to inspect a bar of 20 cm diameter and 3 m long.

- (i) Calculate the total test time for full surface inspection.
- (ii) Compute the rotational speed of the probe.
- (iii) Recommend a chain of sensors that will be used to reduce the time to 1 min when the probe was rotated at speed of 120 rpm.

Satu penduga penderia fluk berdiameter 6 mm dengan masa respons tipikal 10 kHz digunakan untuk memeriksa satu bar berdiameter 20 cm dan 3 m panjang.

- (i) *Kirakan jumlah masa pengujian untuk pemeriksaan penuh permukaan.*
- (ii) *Kirakan kelajuan pemutaran penduga tersebut.*
- (iii) *Cadangkan rantaian penderia yang akan digunakan untuk mengurangkan masa kepada 1 minit apabila penduga diputar pada kelajuan 120 rpm.*

(35 marks/markah)

7. [a] Explain a basic procedure of failure analysis? Explain in full detail.

Terangkan prosedur asas dalam analisis kegagalan? Terangkan dengan terperinci.

(40 marks/markah)

- [b] You are being sent by a Malaysian cyclist coach to evaluate suspected crack on one of national cyclist bicycle frames. Design a proper steps use in order to evaluate or investigate failure analysis of this defect or these defects. You may explain in process flow format and give full explanation on every step.

Anda di hantar oleh jurulatih Basikal Malaysia untuk menilai jangkaan retakan pada salah satu kerangka basikal pelumba kebangsaan. Reka langkah-langkah yang betul dalam menilai atau menyiasat analisis kegagalan bagi kecacatan atau kecacatan-kecacatan ini. Anda boleh menerangkan dalam format cartalir proses dan berikan penjelasan lengkap bagi setiap langkah.

(60 marks/markah)